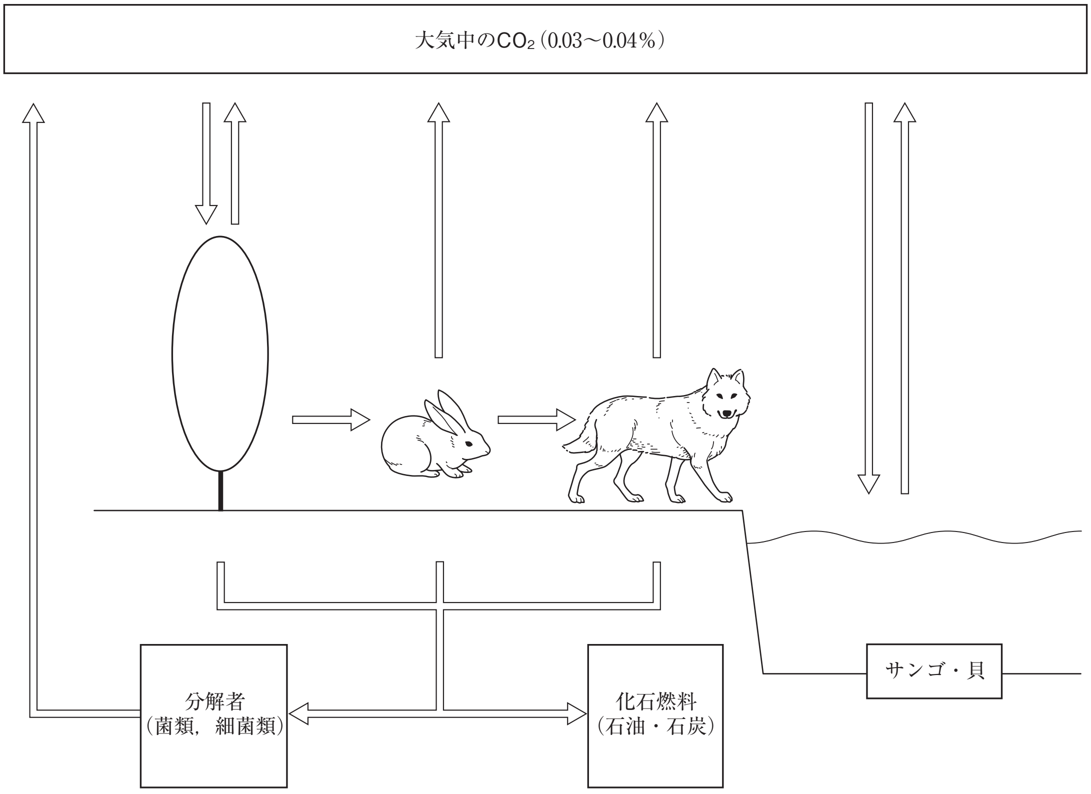
第43講　物質の循環・多様性

■生態系内の物質循環

◆炭素の循環



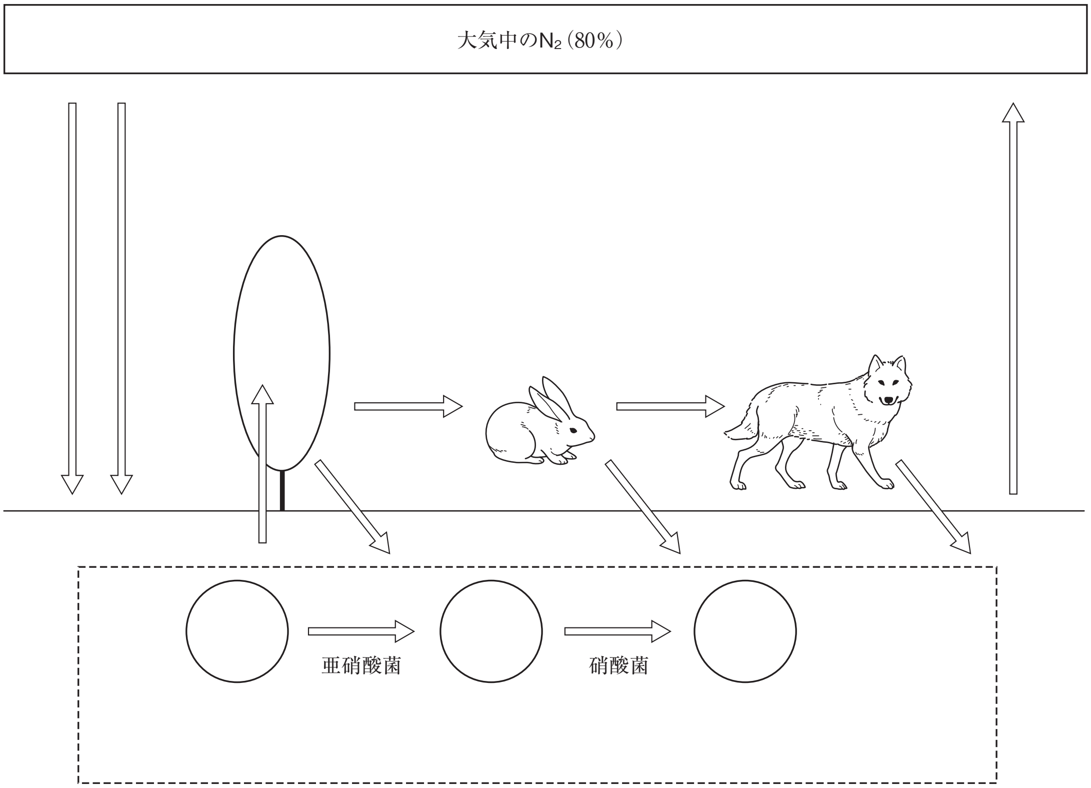
・循環の基本は，光合成と呼吸

・大気中のCO_2増加 ｛化石燃料の燃焼／火山活動｝

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆窒素の循環



・循環の基本は，窒素同化と死滅分解

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■生物多様性

・生態系の多様性
・種の多様性
・遺伝子の多様性

◆多様性の喪失
・乱獲
・生息地の破壊，分断
・外来種の侵入

■環境問題

◆酸性雨　…　化石燃料の使用による窒素酸化物(NO_x)，硫黄酸化物(SO_x)が雨に溶け込むことで発生

◆光化学スモッグ　…　排気ガスなどが太陽光の作用によって酸化力を持った毒性のガスに変化

◆オゾン層破壊　…　フロン等により，紫外線を吸収しているオゾンが分解(オゾンホール)，地表への紫外線量の増加，皮膚がんの発生率が上昇

◆森林破壊　…　大規模な伐採や焼き畑によって，森林面積が減少，砂漠化が進行

◆地球温暖化　…　温室効果ガスによって，地球放射で放出するエネルギーが減少，地球の温度気温上昇　ex CO_2，CH_4，N_2O，H_2O

◆富栄養化　…　多量のＰやＮが海洋や湖沼に流入，プランクトンが大量増殖
赤潮，アオコ→ 水中酸素濃度の減少により，高次の栄養段階の生物が死滅

◆生物濃縮　…　生体内で分解されない化学物質や重金属が，食物連鎖を通じて高次の栄養段階で高濃度化

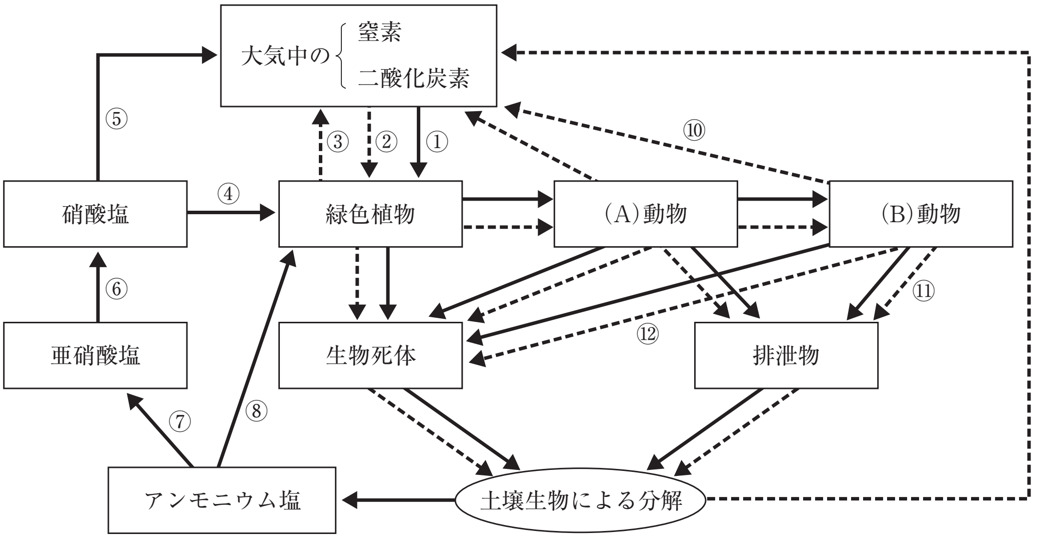
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　演習問題

次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。

生物にとって，窒素と炭素は特に重要な元素であり，これらの元素は自然界で常に循環している。図は窒素と炭素の主な循環経路を示したものであり，実線は“窒素の流れ”を，破線は“炭素の流れ”を表す。



問１．図中のＡおよびＢにあてはまる適当な語句を入れなさい。

問２．以下の文章の〔　ア　〕～〔　エ　〕に適切な語句を入れなさい。

①の窒素の流れを示す経路は〔　ア　〕と呼ばれ，〔　イ　〕の働きによる。また，同化された窒素は，最初〔　ウ　〕に変換され，この窒素化合物〔　ウ　〕は有機酸と結合して〔　エ　〕が合成される。

問３．③の炭素の流れを示す経路は何と呼ばれるか。また，①～⑫の番号を付した経路のうち，③と同じ働きをしているものの番号をすべて記しなさい。

問４．④の経路は，緑色植物の持つ何の作用か答えなさい。

問５．⑤と⑥の経路に関係する細菌の名称をそれぞれ答えなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　確認テスト

地球温暖化に関する次の文章を読み，以下の設問に答えよ。

炭素は以下の図に示すように地球上で循環している。陸域生態系では，植物が大気中の二酸化炭素（CO_2）と土壌中の養分，水から有機物を生産する。海洋では，表層の二酸化炭素は海水に溶解するとともに，植物プランクトンが有機物を生産し，さまざまな過程を経て下層へ沈降・蓄積する。化石燃料のうち［　イ　］は主に植物の遺骸，［　ロ　］は海に堆積した有機物が由来と考えられている。化石燃料の消費などの人類活動によって大気中に放出された二酸化炭素も陸域と海洋によって吸収されるが，近年大気中の二酸化炭素が急速に増加し，温暖化が進んでいる。

地球温暖化により，われわれの生活に対するさまざまな影響が危惧されている。環境変化に対応できない生物の大量絶滅もその一つである。サンゴは海水に溶けた二酸化炭素を取り込み，［　ハ　］として体のまわりに沈着させ，やがては石灰岩となって蓄積する。しかし，ある研究チームが，世界のサンゴの生息状況を調査した結果，33％の種が絶滅のおそれにあり，これらは絶滅のおそれのある生物種のリストである［　ニ　］リスト該当種に選定された。この背景の一つには，地球温暖化によるサンゴの［　ホ　］がある。サンゴの体内には褐虫藻とよばれる藻類がいるが，海水温が上昇するとサンゴは［　ヘ　］している藻類を放出してしまう。

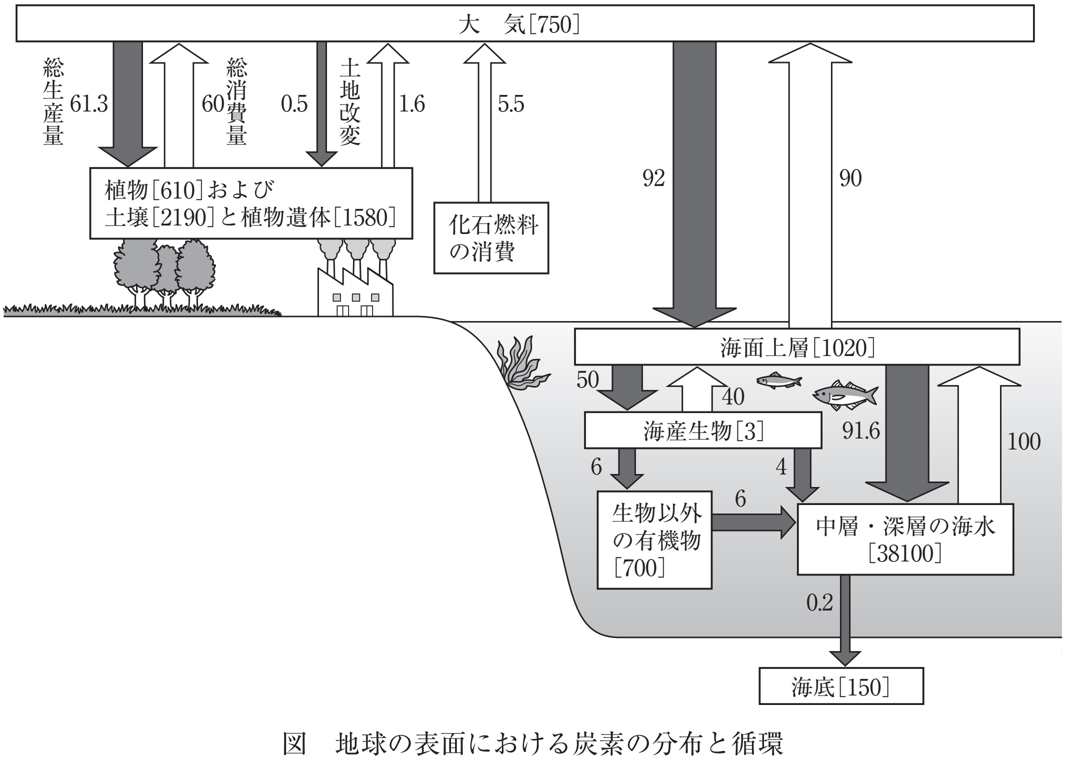


図　地球の表面における炭素の分布と循環

図中の数字は炭素量（10億t）で，［　］内は分布している炭素量を，矢印に伴う数値は年当たりの炭素の移動量を示す。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

表　地球上の主な生態系における生産者の現存量と純生産量

生態系	面積 ($10^6 km^2$)	現存量（乾燥重量） 平均値 (kg/m^2)	現存量（乾燥重量） 世界全体 ($10^{12}kg$)	純生産量（乾燥重量） 平均値 ($kg/(m^2$・年))	純生産量（乾燥重量） 世界全体 ($10^{12}kg$/年)
海洋全体	361.0	0.01	3.9	0.15	55
陸地全体	149.0	12.3	1837	0.77	115
森林	57.0	29.8	1700	1.40	79.9
草原	24.0	3.1	74	0.79	18.9
荒原	50.0	0.4	18.5	0.06	2.8
農耕地	14.0	1.0	14	0.65	9.1
湖沼・河川・湿地	4.0	7.5	30.1	1.13	4.5
地球全体	510.0	3.6	1841	0.33	170

問１　文章中のイ，ロ，ハに入る組み合わせとしてもっとも適切なものを次の①～⑧の中から選べ。ただし，イ－ロ－ハの順とする。

①　石炭－石油－炭酸ナトリウム
②　石炭－石油－炭酸カルシウム
③　石炭－石油－硝酸塩
④　石炭－石油－栄養塩
⑤　石油－石炭－炭酸ナトリウム
⑥　石油－石炭－炭酸カルシウム
⑦　石油－石炭－硝酸塩
⑧　石油－石炭－栄養塩

問２　文章中のニ，ホ，へに入る組み合わせとしてもっとも適切なものを次の①～⑩の中から選べ。ただし，ニ，ホ，への順とする。

①　ブルー，白化，寄生
②　レッド，白化，寄生
③　ブルー，黒化，寄生
④　レッド，黒化，寄生
⑤　ブルー，黄化，寄生
⑥　ブルー，白化，共生
⑦　レッド，白化，共生
⑧　ブルー，黒化，共生
⑨　レッド，黒化，共生
⑩　レッド，黄化，共生

問３　温室効果に関する説明文として**適切でないもの**を次の①～⑤の中から１つ選べ。

①　地球は太陽の光エネルギーで暖められるが，地表面や大気から熱を放出することによって，地球全体としての熱収支の平衡が保たれている。
②　温室効果により，地球表面の平均温度は約15℃に保たれている。
③　温室効果ガスには二酸化炭素，水蒸気，メタン，亜酸化窒素などが含まれる。
④　温室効果ガスは，地球表面から放出される熱エネルギーを吸収し，すべてを地表に送り返して地表や大気の温度を上昇させる。
⑤　太陽エネルギーによって暖められた地表は熱を放出するが，温室効果ガスがない場合，この熱の多くは大気圏外へ逃げていく。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　図の説明文として**適切でないもの**を次の①〜⑥の中から１つ選べ。

①　有機物の多くは陸上に分布しているが，炭素量は水中の方が多い。

②　海面上層や陸上にとり込まれる炭素の量と大気中に戻される炭素の量を比較すると，大気中に戻される炭素量のほうが多い。

③　地球表面にはおよそ4.3×10^{13}tの炭素が分布しているが，毎年５％以上の量が移動している。

④　海底に蓄積された炭素には，貝や石灰藻，サンゴから作られる石灰岩などがある。

⑤　陸上において，土壌と植物遺体中に存在する炭素量の合計値は，植物体中の６倍以上である。

⑥　海産生物に蓄積されている炭素量は，陸上生物に蓄積されている炭素量よりもはるかに少ない。

問５　表をみると，陸地全体では毎年1150億tの有機物が生産されていることになる。このとき二酸化炭素はどのくらい固定されているか。もっとも適切なものを次の①〜⑥の中から１つ選べ。なお，有機物の生産は次の反応式により起こっているとする。

$$6CO_2 + 12H_2O + 光エネルギー \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

原子量はH＝1，C＝12，O＝16

①　55×10^{12}kg　②　115×10^{12}kg　③　150×10^{12}kg　④　170×10^{12}kg

⑤　360×10^{12}kg　⑥　510×10^{12}kg

問６　生態系における二酸化炭素の分布や循環に関する説明文として**適切でないもの**を次の①〜⑤の中から１つ選べ。

①　陸地においては森林の現存量は他の生態系に比べて大きく，有機物の貯蔵庫としてはたらいている。森林が破壊されると有機物の分解が進み，二酸化炭素が大気に放出される。

②　極相林は，炭素を貯蔵する役割が大きいが，このことは他の森林よりも純生産量が多いことを意味する。

③　大気中の二酸化炭素濃度は，海水中に溶け込む二酸化炭素量に大きく影響を受ける。

④　生産者や消費者の枯死体，遺体，排出物中の有機物は，分解者の呼吸によって分解され二酸化炭素として放出される。生産が分解より大きければ，土壌中の腐植質などのかたちで有機物が蓄積される。

⑤　炭素は，乾燥重量にして生物体の40〜50％を占める重要な元素である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　演習問題

問１．A　植物食性(草食)　　B　動物食性(肉食)

問２．ア　窒素固定　　イ　根粒菌　　ウ　アンモニウムイオン(アンモニア)
　　　エ　アミノ酸

問３．呼吸，⑨，⑩

問４．窒素同化

問５．⑤　脱窒素細菌　　⑥　硝酸菌

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　確認テスト

問１　②　　問２　⑦　　問３　④　　問４　③　　問５　④　　問６　②

【解説】

問１　化石燃料のうち，石炭は植物の遺骸が，石油は海に堆積した有機物が長い時間をかけて変化してできたと考えられている。サンゴは海洋の二酸化炭素を取り込み，炭酸カルシウムでできた外殻を形成する。サンゴの活動によって，多量の二酸化炭素が石灰岩として固定されている。

問２　絶滅のおそれがある生物は，レッドリストに記載される。その後，より詳しい生態や現在の状況などがまとめられたレッドデータブックが作成される。サンゴは褐虫藻とよばれる藻類を内部へ共生させており，その光合成産物を受け取っている。地球温暖化によって海水温が上昇すると，サンゴから褐虫藻が放出されてしまい，サンゴは白く変色する。これをサンゴの白化といい，この状況が長く続くとサンゴは死滅してしまう。褐虫藻はサンゴに光合成産物を与え，サンゴは褐虫藻に生活空間を与えているので，共生関係にあるといえる。

問３　二酸化炭素や水蒸気などの温室効果ガスは，地表から出ていく赤外線を吸収し再び放出する性質をもつ。放出された熱エネルギーは地表に向けても送り返されるが，その一部は宇宙に向けて放出されるので，④の“すべてを地表に送り返して”という記述が不適切である。

問４　①，⑥は図より直接読み取れる。②について，大気から海面上層や陸上にとり込まれる炭素の合計は，$61.3+0.5+92=153.8$であるのに対して，海面上層や陸上から大気に放出される炭素の合計は，$60+1.6+5.5+90=157.1$となり，大気に戻される炭素量の方が多くなる。ゆえに，②は正しい。③について，陸上の炭素量は，$(610+2190+1580)\times10^9\mathrm{t}\fallingdotseq4.4\times10^{12}\mathrm{t}$となる。③で示された数字は桁が異なるので，③が適切ではない文章となる。⑤について，図から，土壌と植物遺体中の炭素は，$2190+1580=3770$であり，これは植物体中の炭素610の６倍以上である。ゆえに，⑤も正しい。

問５　固定された二酸化炭素と生産される有機物の重さの比は，$6\times44:180$である。固定された二酸化炭素をxとすると，$6\times44:180=x:1150\times10^8$となり，
$x\fallingdotseq1.7\times10^{11}\mathrm{t}=170\times10^{12}\mathrm{kg}$となる。

問６　極相林では，茎などの非同化器官の呼吸量がかさむため，(総生産量)－(呼吸量)で定義される純生産量は小さくなる。